

Формирование вдоль западного борта отвала открытого дренажного лотка обеспечит перехват поверхностных вод и непоступление их под основание отвала. Перехваченные поверхностные воды насосом подаются в пруд-накопитель. Для осушения тела отвала предусматривается вертикальный дренаж, заложенный с поверхности первого яруса на глубину равную высоте яруса. По поверхности яруса вертикальные дрены соединяются водосборным лотком, по которому вода перемещается к насосной станции, откуда откачивается в пруд-накопитель по трубопроводу. Данное техническое решение обеспечивает безопасную эксплуатацию обводненного отвала.

В настоящее время дренажные системы карьеров и отвалов предусматривают только улавливание и откачивание подземных и поверхностных вод для обеспечения условий безопасной работы карьеров. Предлагаемые технические решения позволяют не только решать эти проблемы, но и регулировать гидрорежим с сохранением водного баланса территории, что предотвратит оползнеобразование, подтопление площадей и обезвоживание водоносных горизонтов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Четверик, М.С. Определение оседаний земной поверхности при водопонижении, обезвоживании водоносных горизонтов / М.С. Четверик, Е.А. Бубнова, Е.В. Андрощук, Г.Ф. Гаврюк // *Металлургическая и горнорудная промышленность.* - Днепропетровск, 2003. - № 6. - С. 74-76.
2. Четверик, М.С. Оседание земной поверхности при водопонижении и подтопление территорий горнодобывающих регионов / М.С. Четверик, Е.А. Бубнова // *Науково-технічний збірник. Кривий Ріг, КТУ, 2004. - Вип. 86. - С. 31-36.*
3. Четверик, М.С. Влияние нарушения геологической среды при горных работах на подтопление территорий / М.С. Четверик, Е.А. Бубнова, Л.И. Уварова // *Металлургическая и горнорудная промышленность.* - Днепропетровск, 2005, № 4. - С. 80-83.
4. Четверик, М.С. Влияние нарушения геологической среды на подтопление территорий и образование депрессионной воронки при выемке полезных ископаемых / М.С. Четверик, Е.А. Бубнова, В.П.Кулак // *Матеріали міжнародної конференції Форум гірників – 2008. - Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2008. – С.226-233.*
5. Четверик, М.С. О причинах подтопления городов Марганец и Орджоникидзе / М.С. Четверик, Е.А. Бубнова // *Геотехническая механика: Межвед. сб. научн. трудов.* - Днепропетровск, 2004, Вып. 48. - С. 171-176.
6. Бубнова, Е.А. Классификация нарушенной и техногенной геологических сред / Е.А. Бубнова // *Геотехническая механика: Межвед. сб. научн. трудов.* - Днепропетровск, 2010, Вып. 89. - С. 19-28.
7. Четверик, М.С. Формирование техногенной геологической среды и ее взаимосвязь с природной / М.С. Четверик, Е.А. Бубнова // *Вісник Криворізького технічного університету: Збірник наукових праць. - Кривий Ріг, Вип. 25, 2010. - С. 83-87.*
8. Бубнова, О.А. Відновлення властивостей порушених гірничими роботами земель / О.А. Бубнова // *Геотехническая механика: Межвед. сб. научн. трудов.* - Днепропетровск, 2011, Вып. №94. - С. 17 – 23.
9. Четверик, М.С. Нарушение геологической среды при горных разработках и пути ее восстановления / М.С. Четверик, Е.А. Бубнова, Н.М. Стеценко // *Маркшейдерия и недропользование, 2008. - № 4(36). – С.58–60.*

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АНКЕРНОЙ ШАЙБЫ С ПОРОДНЫМ МАССИВОМ И ОБОСНОВАНИЕ ЕЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ

Наведені основні вимоги до анкерних шайб. Сформульовані недоліки у функціонуванні існуючих шайб. Розглянуто взаємодію плоскої та напівсферичної конструкцій анкерних шайб з породним масивом. Розроблено математичну модель взаємодії анкерних шайб з породним масивом. Наведена верифікація вищевказаної моделі.

## RESEARCH OF INTERACTION OF ANCHOR SHIMES WITH ROCK MASS AND THE JUSTIFICATION OF DESIGN PARAMETERS

The basic requirements for the anchor shimes were shown. Formulate deficiencies in the functioning of existing shimes. The interaction of a plane and a hemispherical anchor shimes construction with rock mass. A mathematical model of the interaction anchor shimes with rock mass were developed . Model verification was shown.

Одним из важнейших элементов анкерной крепи является опорная шайба, к ней предъявляются высокие нормативные требования. В соответствии с требованиями СОУ 10.1.05411357.010:2008 [1] анкерная шайба предназначена для прижатия подхвата к поверхности выработки, нормализованной передачи предварительной и рабочей нагрузки между гайкой и горными породами, блокирования самопроизвольного развинчивания гайки и предупреждения превышения нормативного углубления анкерной гайки в шпур при эксплуатации анкерного крепления. В условиях действия агрессивных сред металлическая анкерная шайба должна иметь защитное покрытие.

Традиционно шайба представляет собой плоскую или с полусферическим выступом деталь, с круглым или овальным отверстием в центре (рис. 1 а-г), [2].

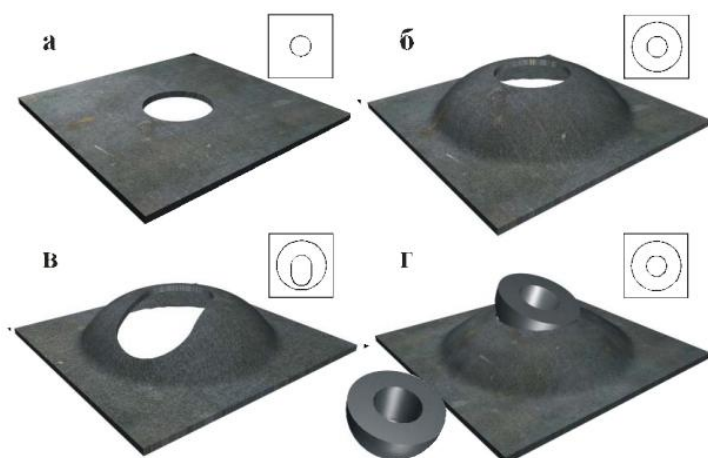


Рис. 1 – Основные конструкции опорных шайб

Рассмотрим, как выполняются нормативные требования в существующих конструкциях анкерных шайб. На рис. 2 изображена квадратная плоская шайба, установленная на подхват и металлическую сетчатую затяжку.



Рис. 2 – Плоская квадратная шайба на шахте Павлоградская

При малых нагрузках на анкерную шайбу, наблюдается уменьшение опорной площади шайбы в связи с потерей контакта краев шайбы с породным массивом. Несущая способность данной конструкции с ростом нагрузки резко падает. Опорная поверхность шайбы уменьшается в 2 – 3 раза при нагрузках 60-70 кН. Отверстие в шайбе для анкерной штанги расширяется, в результате чего происходит прорыв шайбы гайкой. На рис. 3 представлен график деформирования плоской шайбы.

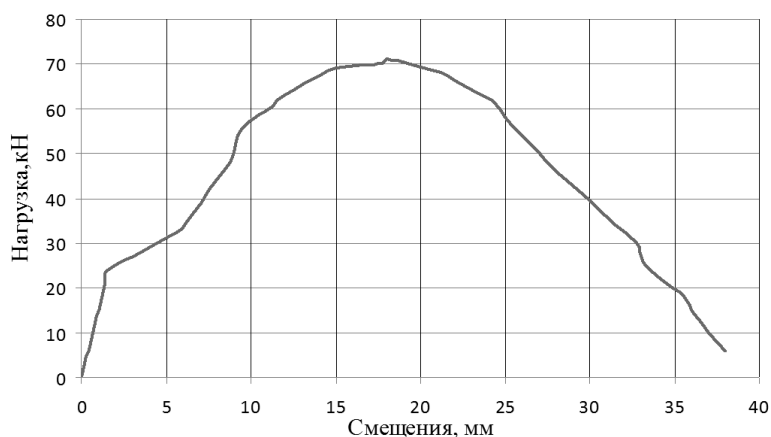


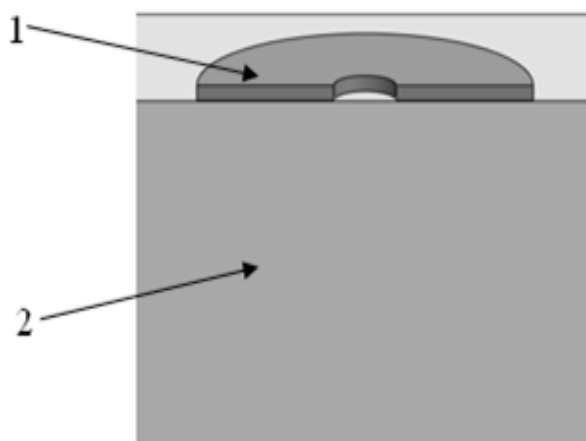
Рис. 3 – График деформирования плоской шайбы

По методике [3] были проведены испытания плоской квадратной шайбы. Настоящая методика определяет порядок проведения и анализ результатов стендовых испытаний шайб анкерных для анкерных систем крепления горных выработок. Испытания проводились с целью определения соответствия параметров изделий требованиям технической документации и сопоставления качества изделий различных форм и размеров по диаграммам испытаний.

Геометрия и материал шайбы: сторона квадрата – 136 мм, толщина – 6 мм, внутренний диаметр – 28 мм, горячекатаный прокат, сталь Ст3. Испытание шайбы проводилось на прессе ПСУ-50 на съемной опорной плите. Диаметр опорной плиты составляет 100 мм.

График, изображенный на рис. 3, отображает нагрузку, приложенную к плоской шайбе: начало деформации – 15,3 кН; проход гайки через отверстие шайбы – 71,2 кН.

Для дальнейшего исследования разных режимов работы шайбы в условиях, максимально приближенных к реальным, была использована расчетная программа, описание и верификация которой приведены в [4]. Расчеты были проведены для случая, когда шайба вдавливается в породный массив, рис. 4.



1 – круглая плоская шайба; 2 – породный массив.

Рис. 4 – Физическая постановка задачи

Нагрузка, прикладываемая к шайбе, равна 100 кН. Она воздействует в зоне соприкосновения шайбы с натяжной анкерной гайкой. На рис. 5 представлена картина смещений плоской шайбы.

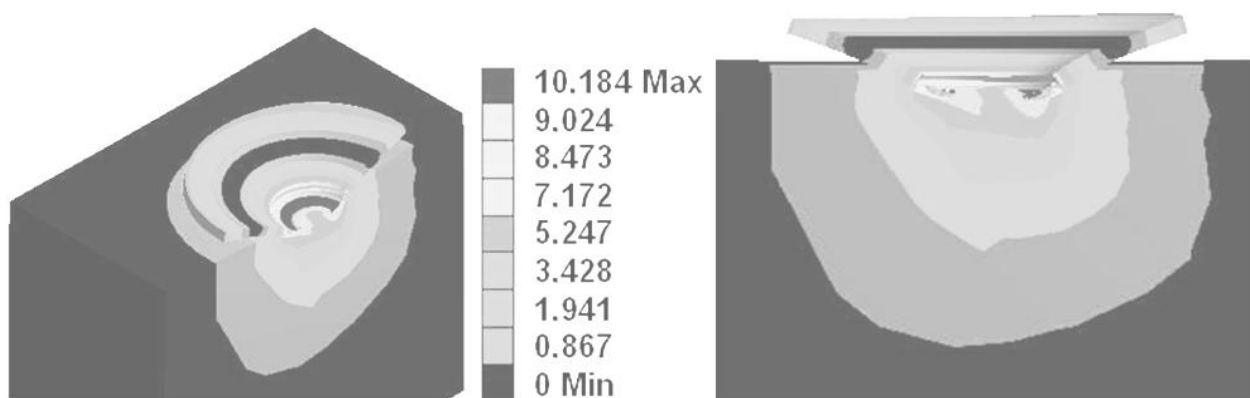


Рис. 5 – Картина смещений при испытании плоской шайбы

Проанализировав расчетные и экспериментальные данные, можно прийти

к выводу, что данная конструкция шайбы не способна в полной мере соответствовать таким пунктам нормативного документа:

а) предупреждение ее продавливания гайкой на весь срок эксплуатации анкерного крепления выработки;

б) полная нормализация передачи предварительной и рабочей нагрузки между гайкой и горными породами при установке анкера с отклонением на угол не меньше чем  $20^\circ$  от перпендикулярного положения;

в) восприятие нагрузки всей ее рабочей поверхностью (что контактирует с горной породой) без ее выгибания и без отклонения хвостовика анкера.

В настоящее время плоская шайба снята с производства и не применяется на угольных предприятиях.

Для устранения недостатков плоской шайбы была разработана полусферическая шайба. Полусферическая шайба широко применяется на угольных предприятиях Украины. Шайбы изготавливаются методом холодной штамповки, квадратной и круглой формы.

На рис. 6 представлены квадратные полусферические шайбы, установленные на металлическую сетчатую затяжку. На фото видно, что шайбы не нагружены и деформации еще не наблюдаются. Во время эксплуатации анкерной крепи под воздействием нагрузки горного массива анкерная шайба плавно просаживается – полусферическая поверхность выравнивается.



Рис. 6 – Полусферические квадратные шайбы на шахте Павлоградская

Условно процесс деформирования полусферической шайбы можно разделить на два этапа:

- 1) выгибание сферической части до плоского состояния;
- 2) деформирование шайбы аналогично плоской шайбе.

В результате смещения пород нагрузка, создаваемая горной массой, действует на шайбу, и та приобретает плоскую форму. Это происходит при нагрузках 30-40 кН, как показано на рис. 7. Данная шайба установлена на подхват и металлическую сетчатую затяжку в сборном штреке шахты Юбилейная. Такая форма полусферической шайбы полностью соответствует форме

плоской шайбы и имеет значительно меньшую несущую способность. Нагрузка на шайбу возрастает, а ее края все больше выгибаются наружу.



Рис. 7 – Первый этап деформирования полусферической шайбы

Вывернутая шайба становится источником разрушения монолитного состояния горных выработок. Таким образом, площадь опорной поверхности шайбы уменьшается до такой величины, что шайба перестает работать как штамп. Шайба начинает работать как проникающее тело, то есть стремится погрузиться в массив с минимальным сопротивлением. Пример такой деформации шайбы представлен на рис. 8. Вся нагрузка концентрируется вблизи отверстия шайбы, под опорной поверхностью натяжной гайки. Углы шайбы при увеличении нагрузки начинают выгибаться в сторону выработки, тем самым уменьшая контакт опорной поверхности шайбы с горным массивом. Можно сделать вывод, что значительная часть конструкции шайбы не вступает в работу и несет за собой лишнюю металлоемкость. На данном этапе деформирования полусферической шайбы уже можно хорошо наблюдать развитие разрушения монолитного горного массива. Порода огибает шайбу, а вокруг нее образуются трещины.



Рис. 8 – Полусферическая шайба на шахте Днепроовская

В результате шайба полностью погружается в горный массив как это представлено на рис. 9. Шайбу уже практически не видно, выглядывает только маленькая часть хвостовика анкера. Монолитный массив полностью разрушен на мелкие блоки. Сетчатая затяжка не закреплена шайбой и это также способствует вывалу породы.

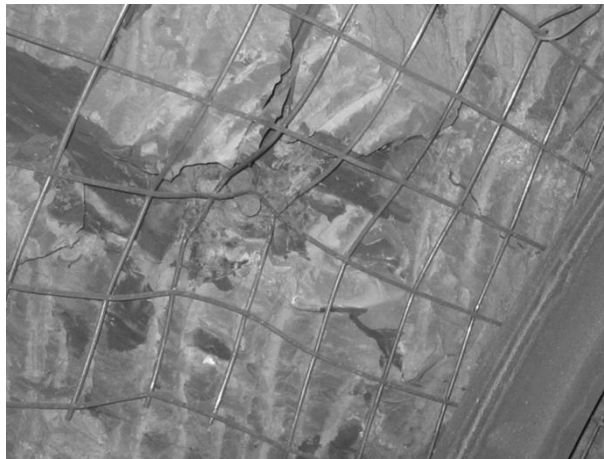
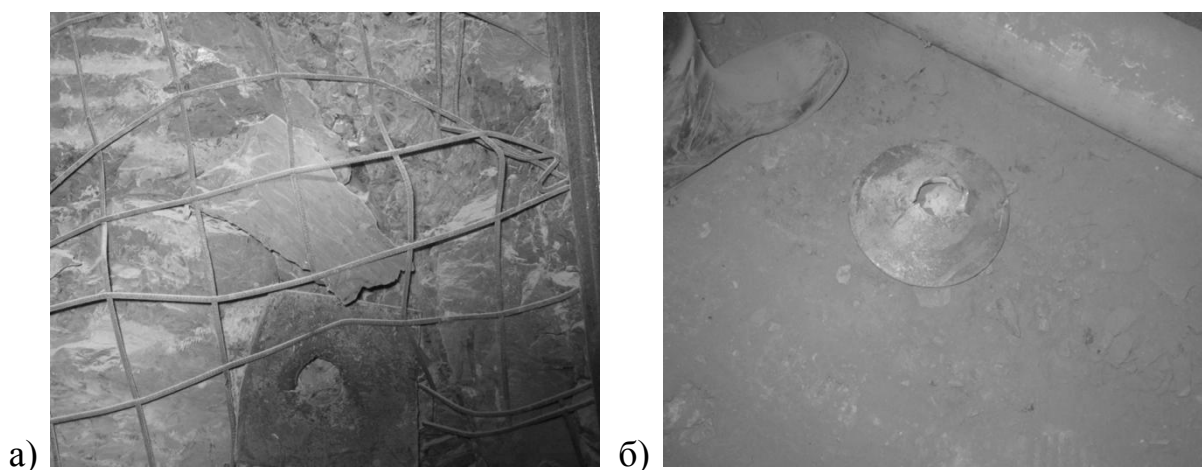


Рис. 9 – Полусферическая шайба втянутая в горный массив

Но чаще всего происходит прорыв шайбы гайкой, как показано на рис. 10. Впоследствии это приводит к полному ослаблению натяжения анкера. Он перестает быть удерживающим кровлю элементом и становится элементом, способствующим развитию трещин в массиве, провоцирующим разделение монолитного массива на блоки. Наличие нескольких соседних анкеров без шайб может привести к формированию вывала и последующему обрушению пород кровли, то есть к серьезным авариям.



а – квадратная полусферическая шайба; б – круглая полусферическая шайба.

Рис. 10 – Прорванные гайкой полусферические шайбы

Для более глубокого исследования работы полусферической шайбы было проведено ее испытание по методике [3]. На рис. 11 представлен график деформирования полусферической шайбы.

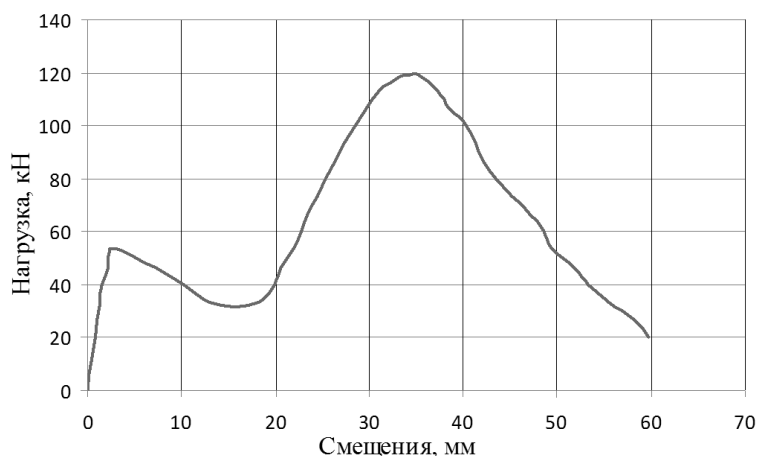


Рис. 11 – График деформирования полусферической шайбы

Испытаниям подвергли квадратную полусферическую шайбу. Геометрия шайбы представлена на рис. 12. Она изготовлена из горячекатаного проката, сталь Ст3. Испытание шайбы проводилось на прессе ПСУ-50 на съемной опорной плите. Диаметр опорной плиты составляет 100 мм.

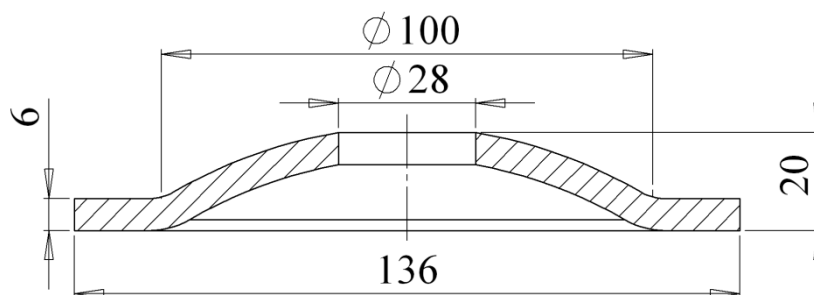
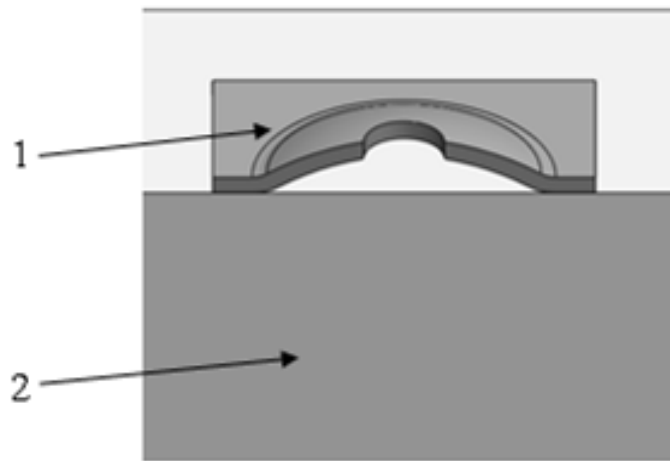


Рис. 12 – Геометрия полусферической шайбы

График, изображенный на рис. 11, отображает нагрузку, приложенную к полусферической шайбе: начало деформации – 21,6 кН; прогиб сферической части – 35,7 кН; проход гайки анкерного стержня через отверстие шайбы – 119,3 кН.

Для дальнейшего исследования разных режимов работы полусферической шайбы в условиях, максимально приближенных к реальным, была использована расчетная программа, описание и верификация которой приведена в [4]. При расчете с использованием данной программы были воссозданы условия, аналогичные тем, что имели место при испытании плоской шайбы. На рис. 13 представлена физическая постановка задачи.





1 – квадратная полусферическая шайба; 2 – породный массив.  
Рис. 13 – Физическая постановка задачи

Результат расчета представлен на рис. 14.

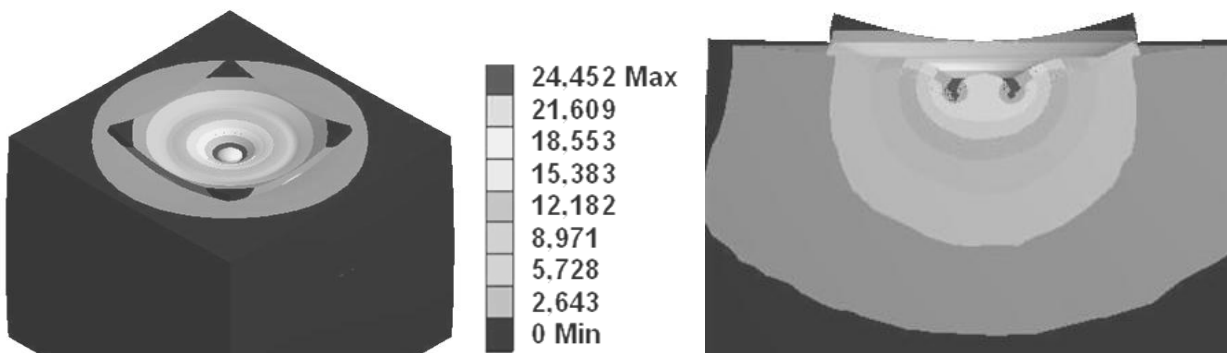


Рис. 14 – Картина смещений при испытании полусферической шайбы

Проанализировав расчетные и экспериментальные данные, можно сделать следующие выводы: полусферическая шайба работает лучше плоской, она несет большую нагрузку и обеспечивает более длительный срок службы. Но эта конструкция также имеет свои недостатки. Когда сферическая поверхность шайбы выравнивается, шайба начинает работать как плоская, недостатки которой описаны выше. Также на рис. 14 хорошо видно, что под воздействием нагрузки на квадратную полусферическую шайбу ее углы поднимаются вверх и не взаимодействуют с породным массивом. В шахтных условиях очень часто встречается такой процесс деформирования шайбы, на рис. 8 показан один из примеров. Углы шайбы не несут никакой нагрузки, следовательно, конструктивно они могут быть исключены. Это позволит снизить металлоемкость и цену элемента анкерной крепи. Таким образом, рассмотренные конструкции шайбы не обеспечивают рациональную, надежную и эффективную работу анкерной крепи.

Проведенный анализ существующих конструкций анкерных шайб подтвердил необходимость разработки новой конструкции анкерной шайбы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стандарт министерства угольной промышленности Украины СОУ 10.1.05411357.010.2008, 2008 г.
2. Булат А.Ф., Виноградов В.В. Опорно-анкерное крепление горных выработок угольных шахт. - Днепропетровск, 2002. - 372 с.
3. Бурков А.О. Методика стендовых испытаний анкерных шайб // Геотехническая механика: Сб. науч. тр. – Днепропетровск: ИГТМ НАНУ, 2011, Вып. № 93 – С.137-142.
4. Лещинский С.А. Математическая модель расчета взаимодействия элементов анкерной крепи и породного массива // Геотехническая механика: Сб. науч. тр. – Днепропетровск: ИГТМ НАНУ, 2011, Вып. № 93 – С.124-137.

**УДК 622.674**

В.И. Василькевич, инж.  
(НИИГМ им. М.М. Федорова)

### **ПЕРСПЕКТИВЫ ПЕРЕХОДА ДЕЙСТВУЮЩИХ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ШАХТНЫХ ПОДЪЕМОМ С РЕЛЬСОВЫХ ПРОВОДНИКОВ НА КОРОБЧАТЫЕ ПРОВОДНИКИ**

У статті розглянуті переваги застосування коробчастих провідників й переходу роботи шахтного підйому з провідників рельсового прокату на коробчасті провідники.

### **CURRENT PERSPECTIVES OF TRANSITION VERTICAL SHAFT LIFTING WITH RAIL CONDUCTORS ON THE BOX-LIKE CONDUCTORS**

In the article advantages of the use of box-type explorers and transition of work of the mine getting up are considered from the explorers of claotype rental on box-type explorers.

**Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.** Проблема снижения трудозатрат, повышения производительности шахтного подъема, увеличения срока службы проводников при эксплуатации жестких армировок действующих угольных шахт решается путем перехода вертикальных шахтных подъемов с рельсовых проводников на коробчатые.

**Цель работы** – показать преимущества перехода жестких армировок стволов с рельсовых проводников на коробчатые для повышения производительности шахтного подъема.

#### **Изложение основного материала.**

Назначение жестких армировок стволов заключается в обеспечении направленного движения сосудов при заданных режимах работы подъемной установки. Основную функцию выполняют проводники, в которых и осуществляется вертикальное перемещение подъемного сосуда. В зависимости от расположения относительно подъемного сосуда проводники подразделяются на двухсторонние – лобовые и боковые, односторонние и диагональные. В каче-